

De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de Mons,

PAR

A. F. RENARD ET **J. CORNET** ⁽¹⁾

ANALYSE

PAR **J. CORNET**

Nous avons entrepris depuis quelque temps des recherches sur la nature des divers phosphates de chaux de nos régions, afin de chercher par cette voie à résoudre la question de leur origine, question sur laquelle on n'a guère émis que des hypothèses.

Nos recherches, limitées d'abord aux phosphates des environs de Mons, se sont ensuite étendues à ceux d'âge plus ancien et la saison ne nous ayant pas permis jusqu'ici de nous entourer de tous les matériaux nécessaires, nous devons nous borner pour le moment à des communications préliminaires.

Dans la dernière séance de la classe des Sciences de l'Académie (8 Février 1891), nous avons déposé une note exposant les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés, nous limitant pour le moment aux phosphates de la craie. Nous en donnons ici un résumé succinct.

Au point de vue du *mode de gisement*, les phosphates dont il est question ici peuvent être classés en trois groupes :

A. — Phosphates *in situ*, c'est-à-dire occupant leur position primitive dans la roche où ils se sont déposés ou concrétionnés.

Ils comprennent trois cas, qui ne diffèrent du reste pas

(¹) Bull. Acad. des Sc. de Belg., 3^e série, t. XXI, n^o 3.

essentiellement : 1° les phosphates en granules mélangés aux parties calcaires de craies de diverses assises ; 2° les concrétions volumineuses que l'on rencontre à divers niveaux dans la craie blanche, comparables aux concrétions draguées sur le fond des mers actuelles ; 3° les spongiaires, polypes, etc., fossilisés en phosphate de chaux et les moules de fossiles testacés, formés par une concentration de la même substance.

B. — Phosphates provenant de l'enrichissement secondaire, par l'action décalcifiante des eaux météoriques chargées d'acide carbonique et d'acides humiques, de roches calcaires, d'une teneur moindre en phosphate. Ces formations sont assez connues, grâce aux travaux de plusieurs de nos confrères, pour que nous ayons besoin d'insister.

L'étude des dépôts de ce genre ne peut donner de bons résultats que si l'on part de celle des roches inaltérées dont ils proviennent. En effet, les agents dissolvants qui les ont produits ont, dans certains cas, profondément modifié leurs caractères microscopiques.

C. — Roches phosphatées, fossiles phosphatisés, etc., se trouvant à l'état remanié au sein de dépôts plus récents, où on les retrouve comme tels ou enrichis par un concrétionnement secondaire.

Tels sont les éléments des poudingues de Cuesmes, de la Malogne, etc., qui proviennent tous du remaniement de roches plus anciennes.

Concrétions phosphatées. — Nous dirons d'abord un mot des concrétions formées d'un mélange de carbonate et de phosphate de chaux, développées en place aux points où on les trouve. Elles sont comparables à celles qui se forment au fond des mers actuelles. Quand elles n'ont pas été remaniées par suite de la destruction des couches où elles étaient empâtées, elles présentent un aspect extérieur et une structure qui excluent toute idée de formation par roulement. Nous voulons les opposer à de véritables galets ou cailloux roulés, provenant de l'action mécanique de la vague ou de courants sur des fragments de roches pré-

formées et que l'on confond souvent avec les véritables concrétions sous le nom de *nodules*, etc. Les concrétions se sont ordinairement formées autour d'un reste organique plus ou moins reconnaissable ou bien elles remplissent l'intérieur de coquilles.

Elles peuvent, il est vrai, avoir été remaniées, et dans ce cas, on les trouve mélangées à des cailloux roulés dont il est quelquefois difficile de les distinguer, les bancs émergés et les fragments qui en proviennent ayant ordinairement subi un enrichissement en phosphate qui tend à les faire ressembler à des concrétions formées *in situ*. D'autre part, les actions mécaniques ont donné aux concrétions des formes arrondies qui favorisent encore la confusion.

Nous avons étudié les concrétions qui se rencontrent à divers niveaux dans la craie blanche du Hainaut. Leurs caractères, tant macroscopiques que microscopiques, se rapprochent tellement de ceux des concrétions phosphatées draguées de nos jours dans les mers, que la même description pourrait s'appliquer aux deux cas. Nous ne pouvons que renvoyer à un travail publié par l'un de nous sur les concrétions phosphatées provenant de la mer actuelle ⁽¹⁾.

Les concrétions dans lesquelles on reconnaît encore nettement la forme extérieure de l'organisme qui a servi de centre d'attraction, ainsi que celles qui moulent l'intérieur des coquilles, présentent au fond la même structure.

Nous avons examiné également des concrétions, fossiles phosphatisés, etc. provenant des dépôts phosphatés de la Hesbaye. Ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux du Hainaut; on peut même dire qu'ordinairement la structure des organismes est mieux conservée dans les échantillons de Hesbaye et que le concrétionnement interne et périphérique y est plus net. Dans la matière crayeuse qui remplit les vides, on voit de nombreux foraminifères

⁽¹⁾ A. F. RENARD. Les concrétions de phosphate de chaux draguées au large du Cap de Bonne-Espérance. *Bul. Acad. royale de Belgique*, 3^e série, t. XVIII, n^o 12, 1889.

remplis de phosphate de chaux. Cette pâte crayeuse doit évidemment se rapprocher beaucoup par sa composition minéralogique de la craie où étaient primitivement enclavés les nodules et les fossiles. On y trouve des fragments de minéraux en beaucoup plus grande abondance que dans le Hainaut ; on y trouve en outre des fragments microscopiques de roches anciennes.

La craie phosphatisée empâtant un reste de spongiaire nous a montré un petit fragment d'os de reptile. Nous avons donc des raisons de croire que les éléments de ce genre jouent un certain rôle dans les phosphates de Hesbaye.

Nous terminerons ici ce que nous avons à dire des concrétions phosphatées. Nous y reviendrons d'ailleurs plus tard, en donnant plus d'extension à nos recherches que nous ne pouvons le faire pour le moment.

Phosphates en grains. — Nos études ont porté sur les craies phosphatées de Maisières, d'Ossogne, du Cambrésis, de la Somme, du Pas-de-Calais et de Ciply, ainsi que sur les *phosphates riches* qui en dérivent par décalcification. Nous avons aussi examiné divers phosphates enrichis de la Hesbaye et du pays de Herve, mais nous devons dire qu'à cause du manque de matériaux, nos recherches en ce qui les concerne sont les moins avancées. Nous croyons toutefois pouvoir avancer qu'ils ne diffèrent pas essentiellement, quant à leur nature, de ceux des autres gisements. Du reste, la plupart des phosphates en grains nous paraissent avoir la même signification géologique. C'est pourquoi nous les décrirons en bloc en signalant cependant les particularités les plus saillantes de chacun.

Les roches qui font l'objet de notre étude ont été, soit à l'état pulvérulent, soit en coupes minces, examinées à l'état libre ou dans l'eau, la glycérine et le baume du Canada, en lumière réfléchie et en lumière transmise et à des grossissements variables. Nous avons employé la lumière ordinaire ou la lumière polarisée. Toutes les réactions microchimiques requises ont été effectuées.

La lévigation ou l'action d'acides dilués permet de séparer dans les craies phosphatées deux classes d'éléments bien distincts : une partie généralement moins dense, composée presque exclusivement de carbonate de chaux, que l'on désigne souvent sous le nom de *folle farine* ⁽¹⁾ et une partie non calcaire, ordinairement plus dense et le plus souvent peu soluble dans les acides très dilués.

Les dépôts de *phosphate riche* sont essentiellement formés par ces éléments peu solubles des craies phosphatées.

Nous avons, pour toutes les craies phosphatées, opéré cette lévigation qui, séparant les parties calcaires pulvérulentes, rend l'étude des parties denses beaucoup plus aisée. La séparation mécanique ne peut toutefois jamais être complète.

Partie calcaire. — La partie calcaire séparée et séchée se présente avec tous les caractères d'une craie ordinaire ; elle est plus ou moins blanche, selon que la séparation mécanique a été plus ou moins parfaite.

Au microscope, elle offre tous les éléments normaux d'une craie blanche ordinaire. On y distingue un grand nombre de coquilles de foraminifères, des fragments de mollusques, de brachiopodes, etc., une foule d'éclats peu déterminables, mais provenant sans nul doute de coquilles calcaires, et, empâtant le tout, une poudre impalpable, résultat de la trituration des éléments précédents.

On sait que la craie de Spiennes et la craie de Ciplly qui lui est superposée, ne forment qu'un seul et même ensemble stratigraphique et qu'elles passent l'une à l'autre sans transition brusque. La partie calcaire ou *folle farine* de la craie de Ciplly se présente au microscope comme parfaitement identique avec la craie de Spiennes. Vers la partie supérieure de celle ci, on voit des granules phosphatés s'ajouter aux éléments calcareux et former des lits

(1) Ce terme a encore été employé dans d'autres sens, entre autres pour désigner la matière argileuse, légère, de certains phosphates riches. Nous lui assignerons la signification que lui a donnée Melsens.

alternativement plus ou moins riches en phosphate. D'autre part, la craie de Ciply, dans ses bancs les plus élevés, s'appauvrit graduellement en granules phosphatés et passe à une roche presque exclusivement calcaire.

Parties non calcaires. — Ce sont principalement : 1° des grains de quartz ancien et autres minéraux anciens, parfois accompagnés de fragments de roches primaires ; 2° de la glauconie ; 3° des restes d'organismes siliceux et 4° des granules phosphatés.

1° Le quartz est toujours de nature clastique ; il est plus ou moins roulé selon les gisements. Les grains, très arrondis dans les phosphates de la Hesbaye et du pays de Herve, ont des angles assez aigus dans ceux de Ciply et de la Somme. Le quartz en cristaux entiers n'est pas rare dans certains gisements. Les grains de quartz sont souvent teints en jaune ou en rouge par un enduit limoniteux. On rencontre, dans certains cas, une série d'autres éléments minéraux, tels que feldspaths tricliniques, zircon, etc., mais jamais d'apatite. Très rares dans la plupart des gisements, ces minéraux se présentent avec assez d'abondance dans les phosphates de Hesbaye, où se rencontrent en outre un grand nombre de fragments microscopiques de roches anciennes.

2° La glauconie caractérise par son abondance les craies du Cambrésis, d'Ossogne, de Maisières, etc. On l'y trouve sous deux aspects différents. Ou bien en grains à surface arrondie, sphériques, ovoïdes, allongés, souvent fortement mamelonnés, rappelant quelquefois vaguement des formes de foraminifères. Ou bien en cylindres, bâtonnets, quelquefois assez allongés, isolés ou réunis au nombre de deux ou trois. Ils dérivent sans doute de spicules de spongiaires. La glauconie est beaucoup plus rare dans les autres gisements ; les bancs supérieurs de la craie de Ciply en offrent quelques grains.

3° Les spicules siliceuses de spongiaires se rencontrent partout, mais sont généralement assez rares. Des échantillons du pays de Herve en renferment en assez grande abondance.

4° Nous arrivons aux parties phosphatées sur lesquelles nous avons à nous étendre davantage, en nous bornant cependant à énoncer nos résultats, dont quelques-uns nous semblent nouveaux.

L'étude comparative des grains phosphatés des diverses craies nous a permis de classer le plus grand nombre d'entre eux dans deux catégories bien distinctes. Nous pourrions placer dans une troisième des éléments peu nets, qui se rapportent sans doute à l'une des précédentes.

Ces deux catégories sont :

1° — Foraminifères phosphatisés.

2° — Fragments microscopiques d'os de poissons et de reptiles.

Foraminifères phosphatisés. — Un simple coup d'œil jeté sur une préparation de phosphate riche de Beauval ou Orville montre qu'il est composé en grande partie de moules de foraminifères dont beaucoup sont presque visibles à l'œil nu. On y reconnaît un assez grand nombre de genres; ceux qui frappent par leur abondance sont : *Globigerina*, *Textularia*, *Cristellaria*, *Rotalina*.

Ces moules ont une teinte générale gris jaunâtre ou brunâtre, qui est celle du phosphate riche de la Somme. Le calcaire de la coquille a en général entièrement disparu. Le test est moulé intérieurement en phosphate de chaux et le moulage est entouré d'une enveloppe claire, formée de couches concrétionnées, concentriques, de la même substance.

Le phosphate de remplissage est jaunâtre, plus ou moins foncé, peu transparent, d'aspect granuleux; il présente faiblement la polarisation d'agrégat.

La couche externe, concrétionnée et transparente, existe presque constamment autour des moules intacts; quand ceux-ci se brisent, elle se casse en éclats. Elle est quelquefois très épaisse, mais il arrive qu'elle soit si mince que la lumière polarisée seule en révèle l'existence. On y reconnaît aisément la présence de couches concentriques. Sa couleur est le jaune, quelquefois très faible. A la lumière réfléchie, elle donne aux foraminifères un aspect blanc luisant, porcellané.

Elle paraît à la fois fibro-rayonnée et finement zonaire et donne entre nicols croisés la croix des agrégats sphérolithiques. Autour des moules d'individus composés, tels que *Globigerina*, *Textularia*, etc., elle forme, sur les surfaces libres, autant de systèmes sphérolithiques que de loges.

La cuticule concrétionnée tend à effacer les creux présentés par les coquilles des rhizopodes et à arrondir leurs angles au point que, souvent, ils sont méconnaissables à la lumière directe.

Les moules dépourvus de la cuticule se présentent avec un aspect rappelant les grains de glauconie des mers actuelles, débarrassés de leur enveloppe calcaire.

A côté de ces foraminifères intacts et parfaitement déterminables, on observe un grand nombre de fragments qui, s'ils étaient seuls, ne pourraient être que difficilement rapportés à des organismes quelconques. Ce sont des individus incomplets, des loges isolées ou des fragments de loges ou de cuticule. On rencontre aussi des concrétions sphériques, formées d'une succession de couches transparentes, concentriques, entourant un noyau foncé, ordinairement peu volumineux par rapport à l'épaisseur de la cuticule. Quelquefois deux ou trois concrétions de ce genre ébauchées, ont été réunies par une enveloppe concrétionnée commune et donnent des figures en forme de biscuits, etc.

Une grande partie de la matière phosphatée pulvérulente qui entre dans la composition du phosphate riche, peut être rapportée à des fragments de foraminifères triturés par des actions mécaniques.

Ces actions mécaniques semblent s'être exercées avec assez d'intensité sur les phosphates de Hesbaye. Les moules complets de foraminifères y sont rares et ordinairement dépourvus de l'enveloppe concrétionnée externe. On y trouve cependant d'assez nombreux moulages reconnaissables, quoiqu'incomplets, et à côté d'un grand nombre de loges isolées et de fragments triturés, pulvérulents. Les éléments dérivés de foraminifères sont gris jaunâtre ou

verdâtre, d'aspect granuleux, dans certains cas teintés par de la limonite.

On rencontre, en outre, un grand nombre de granules arrondis, ovoides, mamelonnés, de même couleur, dans l'intérieur desquels s'aperçoivent souvent plusieurs petits noyaux foncés. Les uns ne polarisent pas, les autres donnent la polarisation d'agrégat.

Ces observations ont été faites sur le phosphate blanc de Rocour. Des coupes minces taillées dans ces phosphates préalablement durcis, montrent un grand nombre de foraminifères phosphatisés, entiers ou brisés, et de menus fragments de nature diverse empâtés dans une substance phosphatée pulvérulente. On distingue notamment de volumineux foraminifères remplis d'une masse phosphatée jaune clair.

Nous avons dit plus haut que les foraminifères phosphatisés se rencontrent en grand nombre dans la pâte calcaire des moules de fossiles et des nodules de la Hesbaye, pâte qui doit évidemment être de la même nature que la craie phosphatée dont les dépôts de phosphate riche sont les résidus.

Dans la craie du Cambrésis, les foraminifères sont assez peu nombreux; ils rappellent ceux de la Somme, quoiqu'en général moins nets; ils appartiennent aux mêmes genres que ces derniers. Ils sont brun plus ou moins foncé. Tous ont une zone externe claire, concrétionnée. On rencontre aussi un grand nombre de moules de loges isolées.

Certains éléments obscurs doivent être rapportés à des foraminifères oblitérés. On y trouve aussi des concrétions arrondies comme celles de la Somme.

Les phosphates riches dérivés de la craie de Maisières et de celle d'Ossogne présentent des granules phosphatés dont un grand nombre doivent être considérés comme dérivant de foraminifères.

A première vue, il est assez difficile de reconnaître, parmi les granules phosphatés bruns de la craie de Ciply, des éléments répondant à des foraminifères, mais l'examen d'un grand nombre de préparations ne tarde pas à prouver

qu'il en existe réellement. Quelques-uns ont un aspect qui ne laisse pas de doute à cet égard ; chez d'autres, les contours deviennent vagues, la substance qui les forme est opaque, et l'on arrive ainsi à des granules ne présentant plus aucun caractère pouvant les faire rapporter à des rhizopodes. Ce sont là les grains phosphatés les plus abondants de Ciply. A la lumière réfléchie, ils sont bruns, cireux, luisants. A la lumière transmise, ils offrent un contour clair concrétionné, peu nettement différencié d'un centre brunâtre, foncé et opaque.

Fragments d'os. — En étudiant les phosphates de la Somme et de Ciply, nous nous sommes trouvés pendant quelque temps arrêtés devant la détermination d'éléments, importants comme quantité, puisqu'ils peuvent former jusque 10 % de la partie phosphatée, se rapprochant du règne minéral par certains caractères, s'en éloignant sous d'autres rapports.

Ce sont des fibres, des éclats, des plaques, des esquilles microscopiques, dans lesquels les réactions décèlent la présence du phosphate de chaux. Quelquefois incolores, ils sont ordinairement colorés en jaune ou en brun plus ou moins foncé. Ils sont en général transparents, mais souvent rendus opaques par une matière noirâtre, de nature organique, qui y est enclavée. En lumière transmise, ils disparaissent du champ dès qu'on intercepte l'arrivée de la lumière. Tous présentent des phénomènes de polarisation particuliers, n'offrant aucune relation fixe avec les systèmes de fissures rectilignes qu'on y observe quelquefois.

Nous n'avons plus hésité sur leur détermination dès que nous avons reconnu dans certains d'entre eux l'existence des canalicules contournés et entremêlés caractéristiques du tissu osseux des poissons, et dans d'autres, un strié et des alignements de lacunes fusiformes, munies de prolongements déliés qui les font rapporter à des fragments d'os qui, vu le gisement, doivent appartenir à des reptiles.

Comme contrôle, nous avons fait tailler des tranches minces dans les dents et des ossements de poissons et de

reptiles provenant de la craie de Cibly et de la craie grise à *Belemnitella quadrata* de la Somme. Les éléments déterminés comme fragments d'os présentent les mêmes caractères que ceux qu'on reconnaît dans ces coupes.

Beaucoup d'éclats ne présentent, il est vrai, ni canalicules, ni lacunes osseuses, mais l'analogie d'aspect et de propriétés optiques avec les fragments d'os bien caractérisés nous porte à les identifier avec eux. Beaucoup, d'autre part, rappellent la structure microscopique des dents de reptiles et de l'émail des dents et écailles d'éla-smobran-ches.

Tout le monde sait avec quelle abondance les dents et les ossements de poissons et de reptiles se rencontrent dans les gisements de Cibly et de la Somme.

Nous considérons aussi comme fragments d'os les éléments analogues à ceux que nous venons de décrire, dont nous avons constaté la présence dans les phosphates de la Hesbaye, du Cambrésis, etc.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir résolu toutes les questions ayant trait à la nature des roches phosphatées dont nous nous sommes occupés. Nous croyons cependant avoir fait faire un pas important à la solution du problème de leur origine et nous nous proposons d'exposer dans une séance ultérieure, nos idées quant à leur mode de formation. Elles se rapprochent d'ailleurs beaucoup de celles émises en 1886 par F. L. Cornet.

Gand, le 14 février 1891.

(Extrait des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XVIII, BIBLIOGRAPHIE, 1891.)

La Société, en décidant l'impression d'un travail, laisse à l'auteur la responsabilité de ses opinions.

(Art. 27 des statuts, reproduit en exécution de l'art. 4 du règlement.)